

PEMEKATAN PROTEIN DALAM SUSU DAN KECAP MENGGUNAKAN MEMBRAN SERAT BERONGGA

Syahril Ahmad

Pusat Penelitian Kimia – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Jl. Cisitua Sangkuriang, Bandung 40135

INTISARI

Pemekatan protein yang terdapat dalam susu segar dan kecap (manis dan asin) telah dilakukan menggunakan membran serat berongga polisulfon yang berbeda "molecular weight cut – off" (MWCO)nya. Membran yang digunakan dalam percobaan ini mempunyai MWCO sebesar 66.000, 87.000 dan 149.000 Dalton. Percobaan dilakukan pada sistim aliran umpan yang kontinyu dan parameter yang diamati adalah protein, gula dan NaCl. Koefisien rejeksi membran terhadap protein bervariasi tergantung pada jenis sampel yang diamati. Protein susu direjeksi oleh membran diatas 98 % tetapi gula lolos kepermeat. Koefisien rejeksi terhadap protein kecap manis jauh lebih rendah dibandingkan protein susu. Koefisien rejeksi tertinggi untuk kecap manis adalah sebesar 48 % dengan membran yang mempunyai MWCO 66.000 Dalton. Koefisien rejeksi membran terhadap protein kecap asin lebih kecil dibandingkan sampel kecap manis. Untuk kecap asin koefisien rejeksi membran terhadap protein tertinggi yaitu sebesar 27 % pada membran dengan MWCO 66.000 Dalton. Koefisien rejeksi membran terhadap NaCl pada larutan umpan kecap manis dan asin berkisar antara 8,74 sampai 23,96 %.

Kata Kunci : Membran serat berongga, ultrafiltrasi, protein, susu, kecap.

ABSTRACT

Concentration of protein which found in fresh milk, sweet ketchup and salt ketchup have been done by using hollow fiber polysulfone membrane with different molecular weight cut – off (MWCO). Membranes used in these experiments have MWCO 66,000, 87,000 and 149,000 Dalton. Experimental were conducted by continues flow system and parameters observed in these

experimental were protein, sugar and salt, respectively. Protein in fresh milk rejected by membrane above 98 %, but all of sugar pass through to the permeate side. For sweet ketchup feed sample, rejection coefficient towards protein was smaller than feed fresh milk. The higher rejection coefficient for sweet ketchup was 48 % for the membrane with MWCO 66.000 Dalton. Rejection coefficient of membrane towards protein for salt ketchup sample was smaller than sweet ketchup sample. For salt ketchup, the higher rejection coefficient towards protein was 27 % for the membrane with MWCO 66,000 Dalton. Rejection coefficient of membrane towards NaCl for feeding solution sweet ketchup and salt ketchup were in the range from 8.74 to 23.96 %.

Key words : Hollow fiber membrane, ultrafiltration, protein, milk, ketchup.

PENDAHULUAN

Penggunaan membran ultrafiltrasi dalam proses pengolahan produk makanan saat ini banyak digunakan, terutama pada produk cair, seperti untuk penjernihan sari buah, pemekatan sari buah, pemekatan susu, pengolahan madu, pengolahan kecap dan lain sebagainya. Membran ultrafiltrasi disini berfungsi sebagai saringan yang akan menyaring atau memisahkan senyawa yang berat molekulnya berbeda sehingga nantinya pada produk akhir didapat hasil yang sangat kaya akan senyawa tertentu yang diinginkan. Proses pemisahan secara ultrafiltrasi ini dapat bekerja dengan adanya perbedaan tekanan antara kedua permukaan membran, dimana tekanan pada

permukaan aktif membran harus lebih tinggi dari tekanan pada permukaan lainnya. Tujuan pemakaian membran ultrafiltrasi pada proses pengolahan makanan bermacam-macam, seperti untuk pemekatan, disini umumnya pelarut/air atau molekul kecil yang dihilangkan, sedangkan untuk maksud penjernihan umumnya partikel kasar atau solid tersuspensi yang dipisahkan¹⁾. Disamping itu penggunaan membran ultrafiltrasi dalam pengolahan susu adalah untuk memfraksinasi susu, dimana protein, lemak, senyawa tak larut dan terikat lainnya akan tertahan oleh membran, sedangkan senyawa laktosa dan garam akan lolos¹⁾. Ukuran MWCO suatu membran hanya sebagai pedoman kasar yang menunjukkan kemampuan membran dalam merejeksi senyawa tertentu seperti yang dikatakan oleh Wiesner dkk.²⁾. Bentuk molekul serta polaritas suatu senyawa yang akan dipisahkan juga dapat mempengaruhi koefisien rejeksi membran²⁾. Kelarutan, sifat difusi senyawa dalam membran, muatan ion, tekanan operasi serta temperatur operasi merupakan faktor-faktor yang dapat berpengaruh pada koefisien rejeksi membran^{4,5,6)}. Polarisasi konsentrasi adalah proses terakumulasi solut pada permukaan membran yang mengakibatkan menurunnya nilai fluks dan ini sering terjadi pada proses filtrasi^{7,8,9)}. Polarisasi konsentrasi terjadi akibat terjadinya interaksi antara membran, solut dan solut sama solut¹⁰⁾. Molekul protein dapat terikat pada permukaan membran dengan berbagai mekanisme seperti interaksi elektrostatis, interaksi hidrofobik, ikatan hydrogen, ikatan dipole, tenaga dispersi atau gabungan mekanisme tersebut¹¹⁾.

Pada penelitian ini dicoba mengaplikasikan membran untuk memisahkan protein yang terdapat dalam sampel yang berbeda, yaitu susu segar, kecap manis dan kecap asin dengan menggunakan membran yang berbeda MWCO nya. Parameter yang diamati dalam percobaan ini antara lain adalah protein, glukosa dan NaCl.

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk

mempelajari proses pemisahan protein dengan membran polisulfon ultrafiltrasi yang berbeda MWCO nya dan jenis sampel yang diamati mengandung bermacam senyawa selain protein sebagai senyawa utama yang diamati. Bagaimana pengaruh senyawa lain seperti NaCl terhadap proses pemisahan protein dengan membran ultrafiltrasi akan diamati.

BAHAN DAN METODA

Bahan

Bahan yang dipakai pada percobaan ini adalah : Membran serat berongga (dari bahan polisulfon) yang mempunyai MWCO 66.000, 87.000 dan 149.000 Dalton. (membran buatan sendiri), lem epoksi resin, asam sulfat (pa), reagen Lowry B, pereaksi C (reagen Lowry A : reagen Lowry B = 50 :1), reagen Folin-Ciocalteu, reagen Nelson, reagen arsenomolibdat, larutan perak nitrat (AgNO_3) 0.02 N, larutan natrium klorida (NaCl) 0,02 N, aquades, susu segar, kecap manis dan kecap asin.

Alat

Peralatan yang digunakan antara lain: satu set alat testing membran, spektrofotometer, labu ukur, stopwatch, mikro pipet, pH meter, labu erlenmeyer, pompa peristaltik, buret, tabung reaksi, *water bath*, pengaduk magnetik, gelas ukur, corong, pipet gondok dan lain sebagainya.

Metoda

Sebanyak 30 lembar serat membran dibundel menjadi satu dan pada kedua ujungnya diberi slang plastik dan diberi lem epoksi resin supaya terbentuk bundel membran. Setelah lem kering, kedua ujungnya dipotong agar rongga bagian dalam serat membran terbuka. Pasang bundel membran ini pada peralatan testing membran dan masukan kedua ujung slang tersebut kedalam wadah gelas piala yang sudah diisi sampel yang akan diamati. Jalankan pompa

peristaltik pelan-pelan sampai semua slang terisi cairan. Setelah semua saluran slang terisi penuh tanpa ada udara yang terperangkap maka tekanan mulai dinaikkan sampai pada tekanan yang diinginkan (pada percobaan ini tekanan operasi yang diamati adalah sebesar 1 kg/cm²). Tampung permeat yang diperoleh kedalam gelas ukur dan biarkan beberapa saat sampai tercapai kondisi stabil (*steady state*). Ambil sampel konsentrat dan permeat sebanyak lebih kurang 5 ml untuk dianalisa. Lakukan proses yang sama dengan mengganti sampel dengan sampel lain dan lakukan pengamatan yang sama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Tabel 1 tertera hasil analisa sampel susu segar, kecap manis dan kecap asin untuk kandungan protein, NaCl dan glukosa.

Tabel 1. Kandungan protein, NaCl dan Glukosa dalam sampel susu segar, kecap manis dan kecap asin.

No.	Sampel	Protein (mg/ml)	NaCl (%)	Glukosa (mg/ml)
1	Susu Segar	60,98	TU	13,6
2	Kecap Manis	82,23	15,71	32,11
3	Kecap Asin	42,15	17,45	22,09

Keterangan : TU = Tidak terukur

Dari ketiga sampel yang diamati kandungan protein tertinggi ditemukan pada kecap manis, yaitu sebesar 82.23 mg/ml, sedangkan kandungan NaCl terbesar didapatkan pada sampel kecap asin yaitu sebesar 17.45 %. Kandungan glukosa terbesar ditemukan pada sampel kecap manis yaitu sebesar 32.11 mg/ml.

Tabel 2. Hasil analisa ultrafiltrasi susu segar

No.	MWO membrane (Dalton)	Fluks susu segar (l/m ² .jam)	Koef. Rejeksi Protein (%)	Koef. Rejeksi Glukosa (%)
1	66.000	2,21	99,06	0,0
2	87.000	4,47	98,65	0,0
3	149.000	0,73	97,87	0,0

Catatan : No.1 membran dibuat dengan dikoagulasikan dalam air es (sekitar 6° C), No 2. membran dikoagulasikan pada suhu kamar (sekitar 26° C) dan No. 3 membran dikoagulasikan pada air panas yang bersuhu sekitar 36° C.

Pengamatan proses ultrafiltrasi untuk sampel susu segar menunjukkan bahwa membran no.1 memberikan koefisien rejeksi tertinggi untuk protein, tetapi fluksnya lebih rendah dari membran no. 2. Membran no. 3 memperlihatkan harga fluks terendah yaitu sebesar 0,73 l/m².jam. Ketiga membran memperlihatkan koefisien rejeksi tidak jauh berbeda yaitu diatas 97 % dan semua membran meloloskan senyawa gula karena tidak terdeteksi dalam retentat.

Tabel 3. Hasil analisa ultrafiltrasi kecap manis

No.	MWO membrane (Dalton)	Fluks kecap manis (l/m ² .jam)	Koef. Rejeksi Protein (%)	Koef. Rejeksi Glukosa (%)	Koef. Rejeksi NaCl (%)
1	66.000	3,54	99,06	0,0	9,25
2	87.000	1,12	98,65	0,0	17,10
3	149.000	1,45	97,87	0,0	14,57

Untuk sampel kecap manis fluks terbesar didapatkan pada membran dengan MWCO 66.000

fluks terkecil, hal ini mungkin disebabkan karena jumlah pori membran ini lebih sedikit dibandingkan membran dengan MWCO 149.000 Dalton. Koefisien rejeksi tertinggi untuk protein didapat pada membran dengan MWCO 66.000 Dalton, kemudian diikuti oleh membran dengan MWCO 87.000 Dalton dan 149.000 Dalton. Kalau dibandingkan koefisien rejeksi membran terhadap protein untuk sampel susu segar, kecap manis dan kecap asin didapatkan perbedaan yang sangat besar. Walaupun membran yang dipakai sama dan senyawa protein yang diamati sama, tetapi koefisien rejeksi yang dihasilkan berbeda. Hal ini disebabkan antara lain karena adanya senyawa lain selain protein yang dapat mengganggu proses pemisahan. Senyawa lain yang dimaksud adalah NaCl. Karena membran yang dipakai terbuat dari bahan polisulfon dan membran ini mempunyai batas toleransi terhadap ion Cl^- ²⁾. Semua membran yang diamati meloloskan senyawa glukosa karena molekulnya yang lebih kecil dari ukuran pori membran sehingga semua lolos kepermeat. Hasil pengukuran koefisien rejeksi terhadap NaCl memperlihatkan nilai berkisar antara 9,25 % untuk membran dengan MWCO 66.000 Dalton, 17,10 % untuk membran dengan MWCO 87.000 Dalton dan 14,57 % untuk membran dengan MWCO 149.000 Dalton. Walaupun ukuran molekul NaCl kecil, tetapi senyawa ini sebagian tertahan oleh membran disebabkan oleh dua kemungkinan, yaitu senyawa NaCl tidak berada dalam keadaan bebas (atau dalam keadaan terikat dengan senyawa lain) atau ion Cl^- akan mempengaruhi kerja membran^{1,2)}.

Tabel 4. Hasil analisa ultrafiltrasi kecap asin

No.	MWO membrane (Dalton)	Fluks kecap manis ($\text{L/m}^2\cdot\text{jam}$)	Koef. Rejeksi Protein (%)	Koef. Rejeksi Glukosa (%)	Koef. Rejeksi NaCl (%)
1	66.000	3,53	27,39	0,0	8,74
2	87.000	1,49	23,01	0,0	23,96
3	149.000	1,81	18,49	0,0	14,41

Tabel 4. memperlihatkan hasil proses pemisahan secara ultrafiltrasi dengan membran untuk sampel kecap asin. Disini jelas bahwa koefisien rejeksi membran terhadap protein menjadi semakin menurun pada semua jenis membran dengan MWCO berbeda yang diamati. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar kandungan NaCl dalam sampel yang akan diproses secara ultrafiltrasi dengan membran polisulfon maka akan semakin besar pengaruhnya terhadap hasil pemisahan. Seperti terlihat pada table 1. kandungan NaCl kecap asin mempunyai nilai tertinggi dibanding sampel lainnya dan oleh karena itu pengaruhnya juga besar terhadap koefisien rejeksi membran. Glukosa yang ada dalam sampel pada pemisahan ini semuanya lolos dan tidak tertahan oleh membran atau dengan kata lain koefisien rejeksi membran terhadap senyawa glukosa bernilai 0,0 % untuk jenis membran yang diamati pada percobaan ini.

KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah mengamati hasil percobaan proses ultrafiltrasi dengan bermacam ukuran MWCO membran dan dengan larutan umpan yang berbeda, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

DAFTAR PUSTAKA

- Dalam proses pemekatan protein dengan menggunakan membran ultrafiltrasi besarnya nilai koefisien rejeksi sangat ditentukan oleh jenis sampel dan kandungan senyawa lain yang didapat dalam larutan umpan.
 - Adanya senyawa NaCl dalam larutan umpan akan memperkecil nilai koefisien rejeksi membran terhadap protein dan ini terbukti dari tiga jenis umpan yang diuji dengan kandungan NaCl berbeda.
 - Dari tiga jenis membran dengan MWCO berbeda yang diamati pada percobaan ini semuanya meloloskan senyawa glukosa kepermeat yang berarti nilai koefisien rejeksi membran terhadap glukosa adalah 0.0 % atau dengan kata lain pori-pori membran lebih besar dari ukuran molekul glukosa.
 - Besarnya koefisien rejeksi membran terhadap suatu senyawa (pada pengamatan ini protein) tidak hanya ditentukan oleh ukuran MWCO membran yang dipakai, tetapi juga ditentukan oleh adanya senyawa lain yang terdapat dalam larutan umpan yang akan dipisahkan, seperti adanya ion Cl⁻ dalam percobaan ini.
 - Ion Cl⁻ yang terdapat dalam larutan umpan dapat berintegrasi dengan membran dan juga dengan senyawa protein yang mengakibatkan senyawa protein dapat terdenaturasi.
 - Disarankan perlunya penelitian lanjut untuk mengetahui kemampuan membran dalam merejeksi protein dalam sampel lain dengan kandungan senyawa berbeda.
1. L. Scott. " *HandBook of Industrial Membranes*". 2nd Ed. Elsevier (1998) Oxford. p.725 – 819.
 2. M.R. Wiesner, M.M. Clark and I.G.Jacancle. " *Commite Report Membrane Process in Portable Water Treatment* ". J. American Water Works Association, (1972), p. 67 – 69.
 3. M.R. Wiesner, " *Membrane Process in Portable Water Treatment*". J. American Water Works Association, (1972), p. 50 -67.
 4. P.A. Schweitzer. Editor. " *Hand Book of Separation Techniques for Chemical Engineers*" 3rd. McGraww Hill, (1977) New York. p.2-5.
 5. M.C. Porter., " *Selecting the Right Membrane* ", Chemical Engeneeing Process, Vol. 71. no. 12., 1975), p.55-61.
 6. M .Meireles., P. Aimar., and V. Sanches. , " *Albumin Denaturation During Ultrafiltration ; Effect of Operating Conditions and Concequences on Membrane Fouling*", Biotechnology and Bioengeneering, vol. 38, (1991). p.528-534.
 7. S. Sakseba and A.L. Zidney. " *Influence of Protein - Protein Interactions on Bulk Mass Transport During Ultrafiltration*" :, J. Membrane Science. Vol 125. (1997), p.93-108.
 8. R. Cahn, V. Chen., " *Characterization of protein fouling on membranes: opportunities and challenges*", Journal of Membrane Science 242 (2004) 169–188.
 9. M. Khayet, M. P. Godino, and J. I. Mengual, " *Study of Asymmetric Polarization in Direct Contact Membrane Distillation*", Separation Science and Technology. Vol. 39, No. 1, pp. 125-147, 2004.
 10. H. Susanto , M.Ulbricht, " *Influence of ultrafiltration membrane characteristics on adsorptive fouling with dextrans*", Journal of Membrane Science 266 (2005) 132–142.
 11. S. Metsämuuronen, M. Nyström., " *Critical flux in cross-flow ultrafiltration of protein solutions*", Desalination 175 (2005) 37–47